

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-107037

(43)公開日 平成5年(1993)4月27日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/24	A	9108-2F		
G 0 1 C 7/06		7143-2F		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 8 頁)

(21)出願番号	特願平3-269707	(71)出願人	390021577 東海旅客鉄道株式会社 愛知県名古屋市中村区名駅1丁目1番4号
(22)出願日	平成3年(1991)10月17日 ○	(71)出願人	000001199 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号
		(72)発明者	原 茂保 岐阜県土岐市泉町久尻1465-26
		(72)発明者	井分 昭夫 名古屋市千種区高見2-2-10, JRアパ ート10-4
		(74)代理人	弁理士 金丸 章一

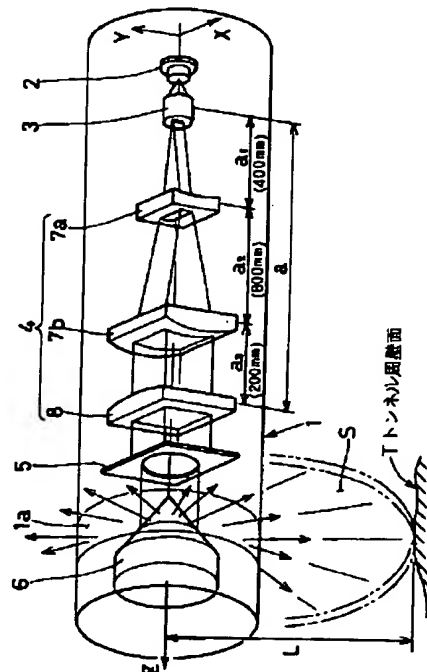
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光切断計測用平板状光束投光装置

(57)【要約】

【目的】 トンネル周壁面などの計測対象物周壁面へ向けて放射状に広がる平板状光束を投射し、計測対象物周壁面に光束を狭い幅に絞込んだ光パワー密度の高い幅数mm程度の光切断線を生成できる平板状光束投光装置を得る。

【構成】 光源として高出力型半導体レーザ2を用い、YZ面内においては、点光源と見なせる半導体レーザ2からのレーザビームをコリメートレンズ3で平行光とした後、円筒面凹レンズ7a及び円筒面凸レンズ7bにより、そのビームの厚みを拡大しこの厚みが拡大されたレーザビームを収束性を与えて円錐状反射鏡6へ導く。XZ面内においては、コリメートレンズ3を通過した発散性を有するレーザビームを円筒面凸レンズ8により収束性を与えて円錐状反射鏡6へ導く。このようになされたレーザビームを円錐状反射鏡6により方向変換してトンネル周壁面Tへ向けて放射状に広がる平板状光束Sとして投射する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 筒状をなし、その先端側の一部に略全周にわたって光の通過を許す所定幅の光通過用窓部を有するケーシングと、前記ケーシング内の後部に配設された光源と、前記ケーシング内の前記光源の前方に配設され前記光源からの光束を前方へ向かわせる光学手段と、前記光通過用窓部の内側に配設され、前記光学手段からの光束を方向変換して前記光通過用窓部から放射状に広がる平板状光束として投射する円錐状反射鏡とを備え、光切断法により形状計測を行うべき計測対象物の周壁面へ向けて放射状に広がる平板状光束を投射する光切断計測用平板状光束投射装置において、

前記光源が、出射光軸が前記ケーシングの軸心線方向であるZ軸方向、レーザビーム出射面から見てp n接合面と平行な方向がX軸方向、レーザビーム出射面から見てp n接合面と垂直な方向がY軸方向となるように配設された半導体レーザとされており、

前記光学手段が、前記半導体レーザの前方に配設されこの半導体レーザからのレーザビームが入射されるコリメートレンズと、このコリメートレンズの前方に配設され、YZ面内において前記コリメートレンズにより平行光とされたレーザビームの厚みを拡大し、この厚みが拡大されたレーザビームに収束性を与える一方、XZ面内において前記コリメートレンズを通過した発散性を有するレーザビームに収束性を与える集光レンズ系とにより構成されていることを特徴とする光切断計測用平板状光束投射装置。

【請求項2】 前記コリメートレンズと前記集光レンズ系に加え、前記集光レンズ系と前記円錐状反射鏡との間に、前記集光レンズ系を通過したレーザビームを断面円形光束にするための円形開口部を有する円形アパチャーを備えていることを特徴とする請求項1記載の光切断計測用平板状光束投射装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、光切断法によって例えばトンネル断面を計測するために使用される光切断計測用平板状光束投射装置に関し、詳しくは、トンネル周壁面などの計測対象物周壁面へ向けて放射状に広がる平板状光束を投射して計測対象物周壁面上にその周壁面に沿うリング状の光切断線を生じさせる光切断計測用平板状光束投射装置の改良に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】周知のように、トンネル掘削時においてトンネルの断面形状が設計通りになっているか否かを知るため、あるいは既設のトンネルの保守点検のために光切断法を用いてトンネルの断面形状を計測することが行われている。このトンネル断面の計測は、トンネル内から投光装置によってトンネル周壁面全周へ向けて放射状に広がる平板状光束を投射してトンネル周壁面上にその

周方向に沿うリング状の光切断線を生じさせ、この光切断線をテレビカメラにより撮像し、得られた光切断画像上での光切断線の位置を検出することにより所定の座標系におけるトンネルの断面形状を求めるものである。

【0003】このようなトンネル断面計測に使用される投光装置としては、従来、実開昭62-67212号公報に示されているようなものがある。図6はこの従来技術に係るトンネル断面計測用投光装置の横断平面図である。

【0004】図6に示すように、上記従来のトンネル断面計測用投光装置51は、以下のように構成されている。横向きの円筒体52の後端部には放物面反射鏡53が同軸状に接続され、円筒体52及び放物面反射鏡53の外側は緩衝材54を介してケーシング55で覆われている。また、円筒体52とケーシング55の前端には、ガラスなどよりなる角形透明筒56を介して端板57が固定されており、この角形透明筒56により、円筒体52及び放物面反射鏡53の軸心と直交する面にそって全周にわたって光の通過を許すスリット状開口部56aが形成されている。

【0005】上記放物面反射鏡53の焦点位置にはハロゲンランプなどのランプ光源58が配設されており、上記円筒体52の内側には、図に示すように、ランプ光源58よりも前方において、第1凸レンズ59と第2凸レンズ60とが、第1凸レンズ59の前側の焦点Fと第2凸レンズ60の後側の焦点Fとを一致させた状態で同軸状に配設されている。

【0006】この第1凸レンズ59と第2凸レンズ60の間の上記焦点Fの位置には、円筒体52の軸心に直交するスリット板61が配設されており、スリット板61の中央部には焦点Fの位置で小さく開口するスリット孔がけられている。また、第2凸レンズ60を通過した光を直角に方向変換してスリット状開口部56aから放射状に広がる平板状光束として投射するために、上記端板57の中央部には円錐状反射鏡62が配設されている。

【0007】このように構成されるトンネル断面計測用投光装置51においては、ランプ光源58から発した光線の一部は、放物面反射鏡53で反射されて平行光線となり、第1凸レンズ59で屈折して焦点Fに収束された後、第2凸レンズ60により平行光線とされる。なお、第1凸レンズ59を通過後に焦点Fに収束しない非収束光はスリット板61によって遮断されることになる。そして、第2凸レンズ60を通過した平行光線が、円錐状反射鏡62によって方向変換され、トンネル周壁面Tへ向けて放射状に広がる平板状光束として投射されるようになっている。

【0008】上記投光装置51においては、放物面反射鏡53によって反射されて平行光線となるのは、ランプ光源58から全立体角中に放射される光パワーのうち、図6に示すように、有効集光立体角Ω内へ放射される光パワーである。また、放射状に広がる平板状光束を投射することによってトンネル周壁面にその周方向に沿って生じるリング状の光切断線Cの幅d（トンネル周壁面における

平板状光束の厚み)は、発光点の大きさ $\epsilon$ (ランプ光源58の例えばフィラメントの大きさ)と、放物面反射鏡53、凸レンズ59及び60、スリット板61よりなる光学系と、円錐状反射鏡62からトンネル周壁面までの距離 $L$ とにより、その幾何学的な関係から決まることになる。

【0009】上記投光装置51においては、スリット板61のスリット孔位置におけるランプ光源58の像の大きさ $\epsilon'$ は、第1凸レンズ59の焦点距離を $f_{10}$ 、放物面反射鏡53の焦点距離を $A$ とすると、 $\epsilon' = \epsilon \cdot (f_{10}/A)$ となる。ここで、スリット板61の孔径 $\phi$ をこの $\epsilon'$ よりも小さくするように設計すると、大きさ $\phi$ の光源から放射された光が第2凸レンズ60によって平行光線とされ、この平行光線が円錐状反射鏡62によって方向変換されて平板状光束として投射されることにより、トンネル周壁面に幅 $d$ のリング状の光切断線 $C$ が生じることになる。

【0010】この光切断線 $C$ の幅 $d$ は、第2凸レンズ60と円錐状反射鏡62間の距離が十分短いとし、円錐状反射鏡62とトンネル周壁面間の距離を $L$ 、第2凸レンズ60の焦点距離を $f_{20}$ とすると、 $d = \phi \cdot (L/f_{20})$ となる。また、ランプ光源58による光パワーのうち、トンネル周壁面へ投射される平板状光束の形成に寄与する光パワーの効率 $\eta$ は、 $\eta = (\Omega/4\pi) \cdot \{\phi / [\epsilon \cdot (f_{10}/A)]\}^2$ となる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のトンネル断面計測用投光装置においては、光源としてハロゲンランプなどのランプ光源を使用し、平板状光束を得るためレンズ系によりこのランプ光源からの光の一部を平行光線とするようにしたものであるから、トンネル周壁面上に光束を狭い幅でもって絞り込んだ光パワー密度の高い光切断線が得られ難い。このため、トンネル断面計測のためにトンネル周壁面上に生じた光切断線をテレビカメラにより撮像する場合、急峻に大きく変化するステップバルス状の光強度分布を示す光切断線像が得られ難く、例えばトンネル周壁面の光学的反射率が「こけ」などの付着により低い場合には、トンネル断面の計測精度が悪くなるという欠点があった。

【0012】この発明は、上記従来の欠点を解消するためになされたものであって、光切断法により形状計測を行うべきトンネルなどの計測対象物の周壁面へ向けて放射状に広がる平板状光束を投射する光切断計測用平板状光束投光装置において、トンネル周壁面などの計測対象物周壁面に光束を狭い幅に絞り込んだ光パワー密度の高い光切断線を生成させることができ、これによりトンネル断面などの計測を精度良く行うことができるようにした、光切断計測用平板状光束投光装置の提供を目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1の光切断計測用平板状光束投光装置は、

筒状をなし、その先端側の一部に略全周にわたって光の通過を許す所定幅の光通過用窓部を有するケーシングと、前記ケーシング内の後部に配設された光源と、前記ケーシング内の前記光源の前方に配設され前記光源からの光束を前方へ向かわせる光学手段と、前記光通過用窓部の内側に配設され、前記光学手段からの光束を方向変換して前記光通過用窓部から放射状に広がる平板状光束として投射する円錐状反射鏡とを備え、光切断法により形状計測を行うべき計測対象物の周壁面へ向けて放射状に広がる平板状光束を投射する光切断計測用平板状光束投光装置において、前記光源が、出射光軸が前記ケーシングの軸心線方向である $Z$ 軸方向、レーザビーム出射面から見て $p-n$ 接合面と平行な方向が $X$ 軸方向、レーザビーム出射面から見て $p-n$ 接合面と垂直な方向が $Y$ 軸方向となるように配設された半導体レーザとされており、前記光学手段が、前記半導体レーザの前方に配設されこの半導体レーザからのレーザビームが入射されるコリメートレンズと、このコリメートレンズの前方に配設され、 $YZ$ 面内において前記コリメートレンズにより平行光とされたレーザビームの厚みを拡大し、この厚みが拡大されたレーザビームに収束性を与える一方、 $XZ$ 面内において前記コリメートレンズを通過した発散性を有するレーザビームに収束性を与える集光レンズ系とにより構成されていることを特徴とするものである。

【0014】請求項2の光切断計測用平板状光束投光装置は、請求項1の光切断計測用平板状光束投光装置において、前記集光レンズ系と前記円錐状反射鏡の間に、前記集光レンズ系を通過したレーザビームを断面円形光束にするための円形開口部を有する円形アパチャーを備えているものである。

【0015】

【作用】この発明による光切断計測用平板状光束投光装置では、光源として半導体レーザを使用している。半導体レーザの $p-n$ 接合における活性層の発光点(発光領域)から出射されるレーザビームは、出射光軸の方向を $Z$ 軸方向とすると、レーザビーム出射面から見て $p-n$ 接合面に対して平行な方向( $X$ 軸方向)とこれに垂直な方向( $Y$ 軸方向)とでその拡がり角(発散角)が異なる。特に、高出力型の半導体レーザでは、図5に示すように、活性層内に発光点が $p-n$ 接合面に沿って多数形成されるようになってきていることから、出射されるレーザビームの指向性が $YZ$ 面内と $XZ$ 面内とで異なるものとなる。

【0016】このため、半導体レーザから出射されたレーザビームをコリメートレンズで平行光線にしようとする場合、図5における $YZ$ 面内においては光源としての発光点による大きさが小さいので理想に近い平行光線が得られるが、図5における $XZ$ 面内においては、発光点による大きさが $YZ$ 面内におけるそれに比べて大きいことから、理想に近い平行光線が得られず発散性を有する

ものとなる。

【0017】そこで、この発明による光切断計測用平板状光束投光装置は上記のように構成されているので、YZ面内においては、点光源と見なせる半導体レーザからのレーザビームがコリメートレンズで平行光とされた後、集光レンズ系により、そのビームの厚みが拡大されたレーザビームが収束性を与えられて円錐状反射鏡へ導かれる一方、XZ面内においては、コリメートレンズを通過した発散性を有するレーザビームが集光レンズ系により収束性を与えられて円錐状反射鏡へ導かれる。このようになされたレーザビームを円錐状反射鏡により方向変換してトンネル周壁面などの計測対象物周壁面へ向けて放射状に広がる平板状光束として投射するようにしたので、トンネル周壁面などの計測対象物周壁面に光束を狭い幅に絞り込んだ光パワー密度の高い光切断線を生成させることができる。

【0018】また、上記集光レンズ系と円錐状反射鏡との間に円形アパチャーを配設することが好ましい。集光レンズ系を通過したレーザビームを円形アパチャーによってその断面形状が円形な光束に整え、この断面円形光束とされたレーザビームを円錐状反射鏡に投射することにより、計測対象物の周壁面へ向けて厚みに局所的な膜らみのない平板状の光束を投射することができる。

【0019】

【実施例】以下、実施例に基づいてこの発明を説明する。図1はこの発明の一実施例による光切断計測用平板状光束投光装置の構成説明図、図2は図1に示す光切断計測用平板状光束投光装置のYZ面内における動作を説明するための図、図3は図1に示す光切断計測用平板状光束投光装置のXZ面内における動作を説明するための図である。

【0020】図1において、1はその軸心線方向がトンネルの長手方向になるように配される円筒形のケーシングである。ケーシング1には、その先端側の一部に全周にわたって光の通過を許すガラスなどからなる所定幅の光通過用窓部1aが設けられている。このケーシング1内には、図に示すように、その後部から光通過用窓部1a側へ向かって順に、高出力型半導体レーザ2、コリメートレンズ3、集光レンズ系4と円形アパチャー5及び円錐状反射鏡6とが図示しない取り付け手段により同軸状に配設されている。

【0021】上記高出力型半導体レーザ2は、例えば1ワット程度の出力パワーを有するものであって、図に示すように、出射光軸がケーシング1の軸心線方向であるZ軸方向、レーザビーム出射面から見てpn接合面と平行な方向がX軸方向、レーザビーム出射面から見てpn接合面と垂直な方向がY軸方向となるように配設されている。なお、図1においては、例えば、Z軸方向がトンネルの長手方向、X軸方向がトンネルの左右方向、Y軸方向がトンネルの上下方向に対応する。

【0022】高出力型半導体レーザ2からのレーザビームが入射されるコリメートレンズ3は、焦点距離 $f_1$ を有している。この実施例では、コリメートレンズ3は、非球面形状を有し、 $f_1 = 5.5\text{mm}$ 、開口数 $\text{NA} = 0.55$ である。

【0023】集光レンズ系4は、図に示すように、Y軸方向においてレンズ作用を持つ姿勢で配設された第1円筒面凹レンズ7a及び第2円筒面凸レンズ7bと、X軸方向においてレンズ作用を持つ姿勢で上記第2円筒面凸レンズ7bよりも前方である光通過用窓部1a側に配設された第3円筒面凸レンズ8とにより構成されている。

【0024】負の焦点距離 $f_2$ を有する第1円筒面凹レンズ7aと正の焦点距離 $f_3$ を有する収束系レンズの第2円筒面凸レンズ7bとは、YZ面内(Y軸方向)においてビームエキスパンダとしての作用をなすためのものであり、YZ面内において、コリメートレンズ3により平行光線とされたレーザビームの厚みを拡大するとともに、この厚みが拡大されたレーザビームに第2円筒面凸レンズ7bによって収束性を与えるようにしている。第1円筒面凹レンズ7aと第2円筒面凸レンズ7bとは、その主面間距離 $a_2$ が $a_2 = f_2 + f_3$ の関係を満たすように配設されている。この実施例では、 $f_2 = -200\text{mm}$ 、 $f_3 = 1000\text{mm}$ とし、 $a_2 = 800\text{mm}$ に設定されている。

【0025】集光レンズ系4を構成する他の収束系レンズの第3円筒面凸レンズ8は、XZ面内(X軸方向)においてコリメートレンズ3を通過した発散性を有するレーザビームに収束性を与えるためのものである。第3円筒面凸レンズ8は、円錐状反射鏡6との距離が十分短いと、焦点距離を $f_4$ 、円錐状反射鏡6とトンネル周壁面Tまでの距離を $L$ とすると、コリメートレンズ3の主面からの距離 $a$ が、 $1/f_4 = (1/a) + (1/L)$ の関係を満たすように配設されている。この実施例では、 $f_4 = 1000\text{mm}$ 、 $L = 4\text{m}$ とし、 $a = 1400\text{mm}$ に設定されている。なお、上記第1円筒面凹レンズ7aはコリメートレンズ3の主面から距離 $a_1 = 400\text{mm}$ の位置に配してあるので、この第3円筒面凸レンズ8と上記第2円筒面凸レンズ7bとの主面間距離 $a_3$ は、 $a_3 = 200\text{mm}$ とされている。

【0026】円形アパチャー5は、集光レンズ系4の第3円筒面凸レンズ8を通過した後述するレーザビームを断面円形光束にするためのものであり、上記第3円筒面凸レンズ8と後述する円錐状反射鏡6との間に配設され、円形開口部が設けられている。上記コリメートレンズ3、集光レンズ系4及びこの円形アパチャー5は、光学手段を構成している。

【0027】円錐状反射鏡6は、円形アパチャー5を通過した後述するレーザビームを方向変換して光通過用窓部1aから放射状に広がる平板状光束Sとして投射するためのものであり、光通過用窓部1aの内側に配設され、頂角が $90^\circ$ とされている。

【0028】次に、上記のように構成される光切断計測

用平板状光束投光装置のYZ面内における動作について図2を参照しながら説明する。YZ面内においては、この実施例による高出力型半導体レーザ2は、発光点の大きさが $1\mu\text{m}$ 、出射ビーム拡がり角 $\theta_Y$ が $\theta_Y = 40^\circ$ を持つ。したがって、高出力型半導体レーザ2からのレーザビームは、コリメートレンズ3によって厚み $D_{1Y}$ を持つ理想に近い平行光線とされる。この厚み $D_{1Y}$ は、 $D_{1Y} = 2 \cdot f_1 \cdot \tan(\theta_Y / 2)$ で与えられ、この実施例では、 $D_{1Y} = 4\text{mm}$ となる。

【0029】コリメートレンズ3によって厚み $D_{1Y}$ を持つ平行光線とされたレーザビームは、図に示すように、第1円筒面凹レンズ7a及び第2円筒面凸レンズ7bにより、その厚みが $D_{2Y}$ に拡大される。厚み $D_{2Y}$ は、 $D_{2Y} = M \cdot D_{1Y}$ で与えられ、この実施例では、 $M = |f_3/f_2|$ であることから、 $D_{2Y} = 5 \times D_{1Y} = 20\text{mm}$ となる。

【0030】この厚みが $D_{2Y}$ に拡大されたレーザビームは、収束系レンズの第2円筒面凸レンズ7bを介して円形アパチャー5へ導かれ、円形アパチャー5によって断面円形光束とされて円錐状反射鏡6へ投射されることになる。したがって、Y軸方向（トンネルの上下方向）におけるトンネル周壁面Tには、回折限界（ $L = 4\text{m}$ で $0.4\text{mm}$ ）まで狭くできる幅 $d_Y$ を持つ光切断線Cを生成させることができる。

【0031】次に、上記のように構成される光切断計測用平板状光束投光装置のXZ面内における動作について図3を参照しながら説明する。XZ面内においては、この実施例による高出力型半導体レーザ2は、発光点（発光領域）の大きさが $100\mu\text{m}$ 、出射ビーム拡がり角 $\theta_X$ が $\theta_X = 10^\circ$ を持つ。このため、発光領域が大きいことから、高出力型半導体レーザ2からのレーザビームは、コリメートレンズ3を用いても理想に近い平行光線にならない。つまり、コリメートレンズ3の主面位置に大きさ $D_X$ の仮想発光点があることと等価な状態になる。仮想発光点の大きさ $D_X$ は、 $D_X = 2 \cdot f_1 \cdot \tan(\theta_X / 2)$ で与えられ、この実施例では、 $D_X = 0.8\text{mm}$ となる。

【0032】したがって、XZ面内においてレンズ作用を持つ収束系レンズの第3円筒面凸レンズ8を、上述したように、 $1/f_4 = (1/a) + (1/L)$ の関係を満たすように配設しているので、X軸方向（トンネルの左右方向）におけるトンネル周壁面Tには、幅 $d_X = D_X \cdot (L/a)$ を持つ光切断線Cを生成させることができる。この実施例では、幅 $d_X = 2.3\text{mm}$ を得ることができる。

【0033】上記のように、光源として高出力型半導体レーザ2を用い、YZ面内においては、点光源と見なせる高出力型半導体レーザ2からのレーザビームをコリメートレンズ3で平行光とした後、第1円筒面凹レンズ7a及び第2円筒面凸レンズ7bにより、そのビームの厚みを拡大しこの厚みが拡大されたレーザビームを収束性を与

えて円錐状反射鏡6へ導く一方、XZ面内においては、コリメートレンズ3を通過した発散性を有するレーザビームを第3円筒面凸レンズ8により収束性を与えて円錐状反射鏡6へ導き、このようになされたレーザビームを円錐状反射鏡6により方向変換してトンネル周壁面Tへ向けて放射状に広がる平板状光束Sとして投射するようにしたものであるから、従来は得られる光切断線の幅が数十 $\mu\text{m}$ 程度であったのに対して、トンネル周壁面Tに光束を狭い幅に絞り込んだ光パワー密度の高い幅数 $\mu\text{m}$ 程度の光切断線を生成させることができ、トンネル周壁面の光学的反射率が「こけ」などの付着により低い場合であっても、光切断法によるトンネル断面の計測を精度良く行うことができる。

【0034】また、第3円筒面凸レンズ8と円錐状反射鏡6との間に円形アパチャー5を配設し、集光レンズ系4を通過したレーザビームをこの円形アパチャー5によってその断面形状が円形な光束に整え、この断面円形光束とされたレーザビームを円錐状反射鏡6へ投射するようにしているので、トンネル周壁面Tへ向けて厚みに局所的な振らみのない平板状光束を投射することができる。

【0035】図4はこの発明の他の実施例による光切断計測用平板状光束投光装置の構成説明図である。図4において、11は球面レンズである。この球面レンズ11は、図1における第2円筒面凸レンズ7bと第3円筒面凸レンズ8とに代えて置き換えたものである。図1における上記2枚の円筒面レンズ7b、8は、ともにその焦点距離が等しく、円筒面の中心軸の向きが互いに垂直となる組合せになっているので、一枚の上記球面レンズ11に置き換えることができる。他の構成は、図1に示すものと同じである。

【0036】この実施例では、上記球面レンズ11の焦点距離は $1000\text{mm}$ であり、焦点距離 $f_2 = -200\text{mm}$ を有する第1円筒面凹レンズ7aと球面レンズ11とは、図1の場合と同様にして、その主面間距離 $a_2$ が $a_2 = f_2 + 1000\text{mm} = 800\text{mm}$ の関係を満たすように配設されている。また、球面レンズ11とコリメートレンズ3とは、その主面間距離 $a$ が $a = 1400\text{mm}$ になるように配設されている。したがって、第1円筒面凹レンズ7aは、コリメートレンズ3の主面から距離 $a_1 = 600\text{mm}$ の位置に配されている。このように構成される光切断計測用平板状光束投光装置においても、上記図1に示すものと同様にして、トンネル周壁面Tに光束を狭い幅に絞り込んだ光パワー密度の高い幅数 $\mu\text{m}$ 程度の光切断線を生成させることができ、トンネル周壁面の光学的反射率が「こけ」などの付着により低い場合であっても、光切断法によるトンネル断面の計測を精度良く行うことができる。

【0037】なお、鉄道における保守点検作業のひとつとして、トンネル、橋梁、プラットホームなどの線路周辺構造物の経年変化を調べてそのメンテナンス時期を正

確に知るため、光切断法を用いてこれらの線路周辺構造物の軌道に沿う側の三次元位置座標を求めその三次元形状を計測することが行われている。この発明による光切断計測用平板状光束投光装置は、トンネルを含めて上記のような計測にも使用し得るものである。

【0038】

【発明の効果】以上述べたように、この発明による光切断計測用平板状光束投光装置によると、光源として、出射光軸がZ軸方向（例えば断面計測すべきトンネルの長手方向）、レーザビーム出射面から見てpn接合面と平行な方向がX軸方向、レーザビーム出射面から見てpn接合面と垂直な方向がY軸方向となるように配設された半導体レーザを用い、YZ面内においては、点光源と見なせる半導体レーザからのレーザビームをコリメートレンズで平行光とした後、集光レンズ系により、そのビームの厚みを拡大しこの厚みが拡大されたレーザビームを収束性を与えて円錐状反射鏡へ導く一方、XZ面内においては、コリメートレンズを通過した発散性を有するレーザビームを集光レンズ系により収束性を与えて円錐状反射鏡へ導き、このようになされたレーザビームを円錐状反射鏡により方向変換してトンネル周壁面などの計測対象物周壁面へ向けて放射状に広がる平板状光束として投射するようにしたものであるから、計測対象物周壁面に光束を狭い幅に絞り込んだ光パワー密度の高い幅数mm程度の光切断線を生成させることができる。これにより、光切断法によってトンネル断面を計測するに際し、トンネル周壁面の光学的反射率が「こけ」などの付着により低い場合であっても、トンネル断面の計測を精度良く行うことができる。

【0039】また、集光レンズ系と円錐状反射鏡との間に円形アパチャーを配設し、集光レンズ系を通過したレーザビームをこの円形アパチャーによりその断面形状が円形な光束に整え、この断面円形光束とされたレーザビームを円錐状反射鏡へ投射するようにしているので、トンネル周壁面などの計測対象物周壁面へ向けて厚みに局部的な膨らみのない平板状光束を投射することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例による光切断計測用平板状光束投光装置の構成説明図である。

【図2】図1に示す光切断計測用平板状光束投光装置のYZ面内における動作を説明するための図である。

【図3】図1に示す光切断計測用平板状光束投光装置のXZ面内における動作を説明するための図である。

【図4】この発明の他の実施例による光切断計測用平板状光束投光装置の構成説明図である。

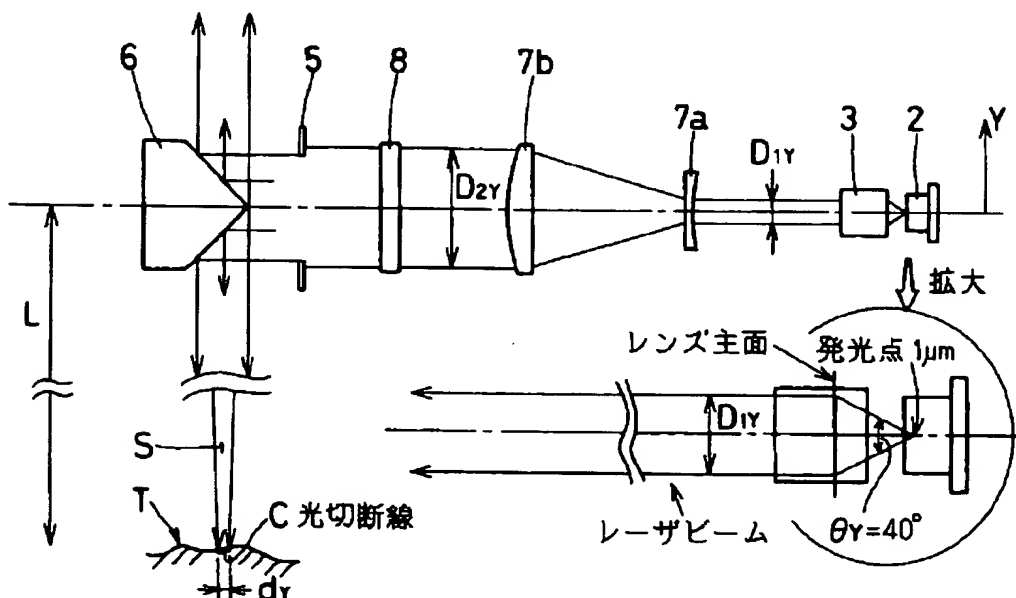
【図5】高出力型半導体レーザについて説明するための図である。

【図6】従来技術に係るトンネル断面計測用投光装置の横断平面図である。

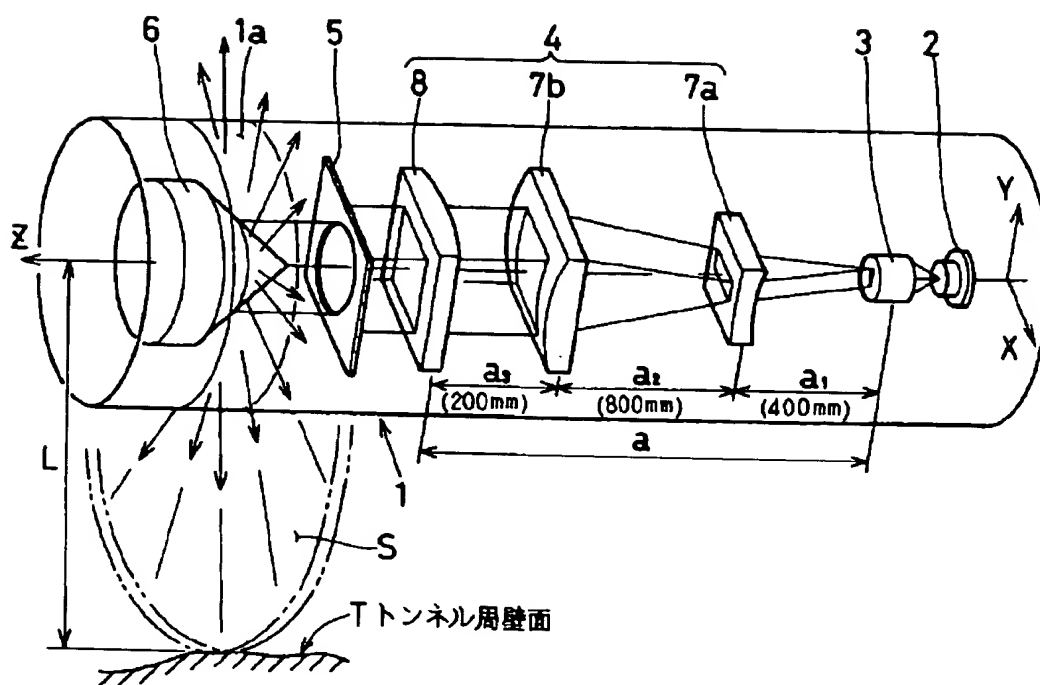
【符号の説明】

1…ケーシング 1a…光通過用窓部 2…高出力型半導体レーザ 3…コリメートレンズ 4…集光レンズ系 5…円形アパチャー 6…円錐状反射鏡 7a…第1円筒面凹レンズ 7b…第2円筒面凸レンズ 8…第3円筒面凸レンズ 11…球面レンズ T…トンネル周壁面 S…平板状光束 C…光切断線

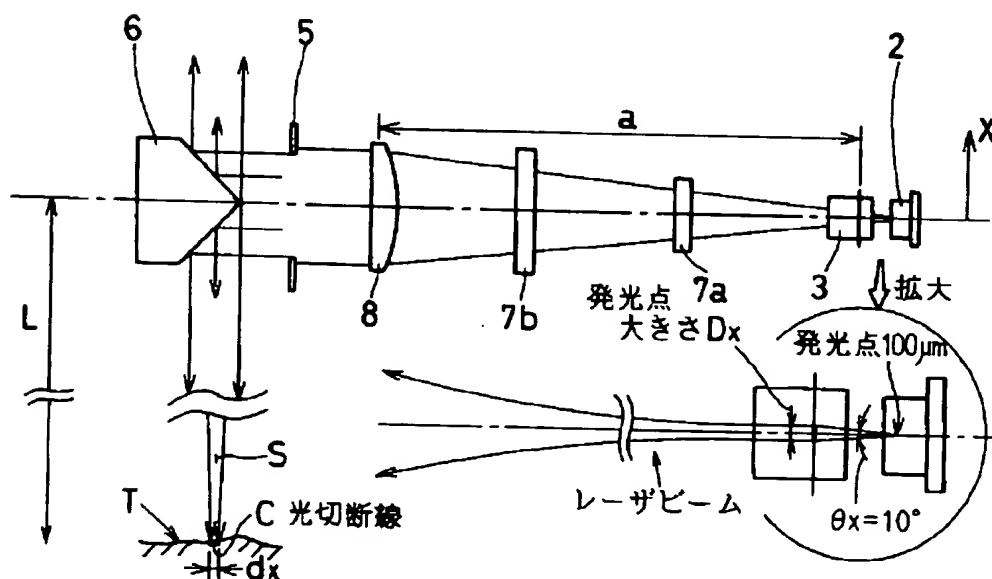
【図2】



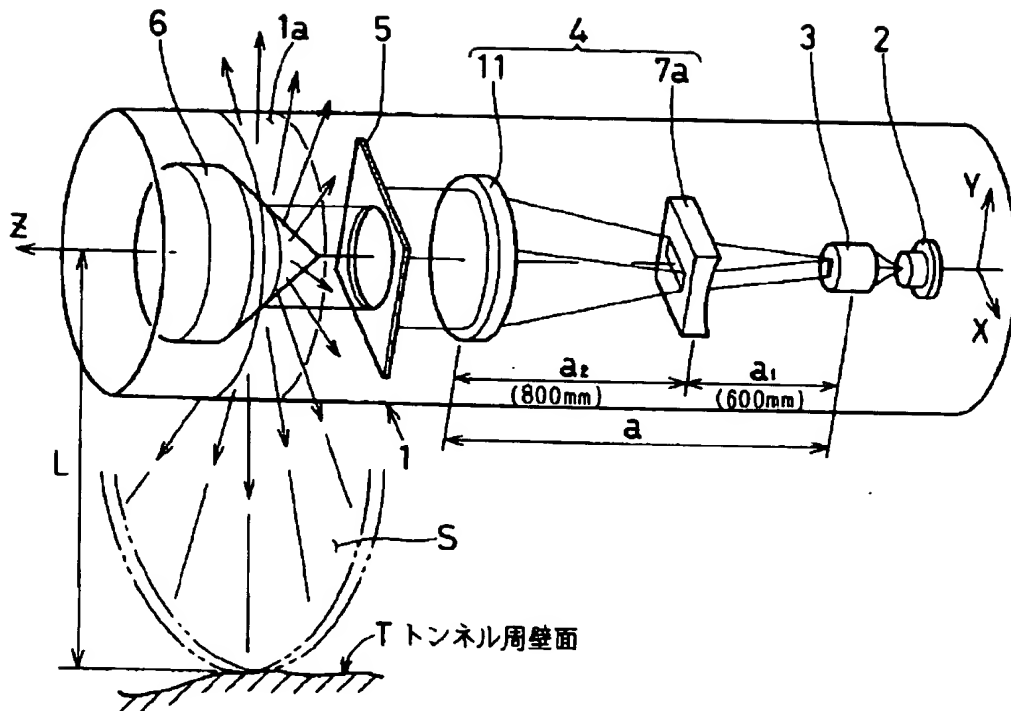
【図1】



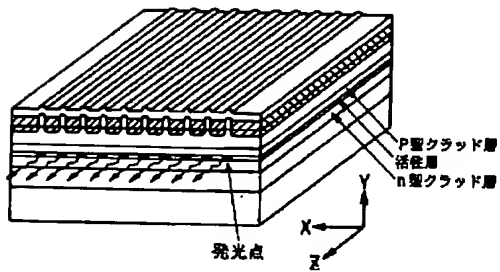
【図3】



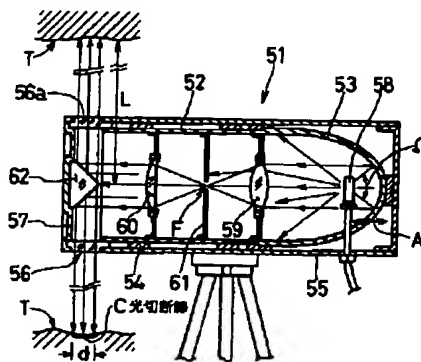
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 神 康晴  
神戸市西区梶台2丁目26番3-416号  
(72)発明者 藤井 克彦  
大阪市淀川区十三本町2-8-2

(72)発明者 西元 善郎  
神戸市西区竹の台5丁目18番地の7  
(72)発明者 後藤 有一郎  
神戸市西区美賀多1丁目4番1号